
Effets des nuisances sonores aéronautiques autour de l'Aéroport international de Kinshasa/N'djili « cas des quartiers SIFORCO et BIBWA »

Jacques Kikuni Sadiki*, Eustache Kidikwadi, Camile Nsimanda Ipey, Alain Lanasa Matoto, Dieudonné Musibono Eyul'anki

Université de Kinshasa. Faculté des Sciences et Technologies. Mention Sciences et Gestion de l'Environnement. BP 190 Kinshasa XI (RDC). E-mail : sadiki.jkikuni@gmail.com

Reçu le 01 novembre 2024, accepté le 29 décembre 2024, publié en ligne le 29 mars 2025

DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/rafea.v8i1.1>

RESUME

Description du sujet. Les nuisances sonores apparaissent comme une situation désagréable dans la vie quotidienne. Cette étude se concentre sur l'acoustique aéronautique et le contrôle du bruit généré par les avions, incluant les moteurs et les structures.

Objectif. L'objectif de cette étude est de mettre en évidence les principaux problèmes environnementaux liés à l'acoustique aéronautique chez les riverains de l'aéroport international de Kinshasa/N'djili « cas des quartiers SIFORCO et BIBWA », analyser leurs effets et proposer des pistes de solutions.

Méthodes. Deux approches ont été utilisées : la documentation et l'analyse. Ces techniques sont liées à l'observation directe et à l'interview non structurée. L'étude expérimentale a été menée dans divers endroits des quartiers choisis comme site d'étude (Quartiers SIFORCO et BIBWA) en raison de leur position sur le prolongement de l'axe des pistes (P06, P24) de l'Aéroport international de N'djili.

Résultats. Les résultats obtenus ont montré que les bruits sont plus intenses le soir dans la piste d'atterrissage que le matin ou à midi. Les bruits dans la piste d'atterrissage ont oscillé entre 90,8 et 98,9 décibels (A) selon les périodes. En effet, le bruit produit par les avions au décollage et à l'atterrissage est très nuisible. Les normes fixées par l'OMS établissent des limites supérieures au seuil de pollution sonore de 45 à 55 décibels (A).

Conclusion. Les riverains situés à côté de l'Aéroport de N'djili peuvent bénéficier de l'aide à l'insonorisation de leurs logements.

Mots-clés : Acoustique aéronautique, nuisance sonore, modélisation spatiale, environnement aérien, Aéroport international de N'djili.

ABSTRACT

Effects of aeronautical noise pollution around Kinshasa/N'djili International Airport “case of the SIFORCO and BIBWA districts”

Description of the subject. Noise pollution is an unpleasant part of everyday life. This study focuses on aeronautical acoustics and the control of noise generated by aircraft, including engines and structures.

Objective. The objective of this study is to highlight the main environmental problems linked to aeronautical acoustics among the residents of Kinshasa/N'djili international airport ‘the case of the SIFORCO and BIBWA neighbourhoods’, analyse their effects and propose possible solutions.

Methods. Two approaches were used: documentation and analysis. These techniques are linked to direct observation and unstructured interviews. The experimental study was carried out in various locations in the neighbourhoods chosen as the study site (Quartiers SIFORCO and BIBWA) because of their position on the extension of the runway axis (P06, P24) of the N'djili international airport.

Results. The results obtained showed that noise is more intense in the evening on the runway than in the morning or at midday. Noise levels on the runway varied between 90.8 and 98.9 decibels (A) depending on the period. The noise produced by aircraft during take-off and landing is very harmful. WHO standards set upper limits for noise pollution of 45 to 55 decibels (A).

Conclusion. Residents living near N'djili Airport can benefit from soundproofing assistance for their homes.

Keywords: Aeronautical acoustics, noise pollution, spatial modeling, aerial environment, N'djili International Airport.

1. INTRODUCTION

L'acoustique aéronautique des transports aériens trouve son origine dans deux sources principales : le bruit du moteur et le bruit aérodynamique. Le bruit perçu aux alentours d'un aéroport dépend de la phase de vol (décollage et atterrissage), du type d'aéronef (gros porteur, moyen et court courrier) et la distance de la poste (Kail *et al.*, 1999). Une étude réalisée par l'Ecole de santé publique de l'Université de Boston confirme un lien solide entre le bruit répété des avions et un indice de masse corporelle plus élevé chez les riverains des Aéroports. La pollution sonore est source de gêne passagère ou répétée, des répercussions graves sur la santé, la qualité de vie (Floru, 1994) ou sur le fonctionnement des écosystèmes. En outre, divers indicateurs sont retenus pour la cartographie de bruit établissant la limite des approches quantitatives et des indicateurs acoustiques (Directive, 2002).

L'acoustique, science fascinante, a pour objet l'étude des sons, de leur propagation et de leur perception. Elle est liée à la notion de bruit, à la voix et aux perceptions sonores. Elle permet de comprendre le monde qui entoure les gens. Elle peut engendrer des problèmes notamment : (i) les nuisances sonores (problèmes d'isolation phonique et de traitement acoustique généraux) et (ii) les pollutions sonores : perturbation et dysfonctionnement majeur des événements. Il est à noter que les termes pollution sonore et nuisance sont dépendants, car la conséquence de l'un entraîne celle de l'autre (Tangou, 2016)

Le bruit interne contribue à la fatigue de l'équipage et nuit au confort des passagers. Il est principalement lié à la transmission du bruit dû à la propulsion à travers les parois du fuselage. C'est un problème de vibroacoustique, non abordé. Il y a lieu d'indiquer seulement que les progrès résultent d'une meilleure modélisation des phénomènes physiques, de l'optimisation des absorbants passifs dans le fuselage. Par contre, le bruit externe est le domaine de l'aéroacoustique (Serge, 2020). Ce thème constitue une préoccupation majeure pour la qualité de l'environnement sonore. Le transport aérien ne touche qu'une très faible partie de la population car les surfaces de bruit sont cantonnées aux zones de décollage et d'atterrissage, au voisinage des Aéroports ; elles ne s'étirent pas tout au long du trajet, comme pour les déplacements terrestres (Lewy, 2020).

Selon la norme AFNOR 30001, le bruit est un phénomène acoustique produisant une sensation auditive considérée désagréable ou gênante. Cette définition met en évidence trois dimensions de nature différente : la dimension physique, physiologique et psychologique (Laurent, 1989). Le

bruit est un phénomène vibratoire qui obéit à des lois physiques classiques. Ces lois utilisent les caractéristiques mesurables du bruit. Il est à l'origine d'une série de perceptions ressenties par le sujet exposé. Il est important de pouvoir relier la perception aux caractéristiques mesurables du phénomène qui en sont à l'origine. Cela impose la définition des descripteurs mesurables adaptés.

La sécurité des aéronefs qui effectuent des décollages, atterrissages et tours de pistes nécessite que les volumes d'espace aérien qui entourent l'Aéroport soient libres d'obstacles. Ces volumes sont appelés dégagements proches et sont limités par des surfaces de dégagements et protégés par des servitudes aéronautiques qui grèvent les terrains au voisinage de l'aéroport (Lewy, 2020). Ces servitudes peuvent s'étendre à une vingtaine de kilomètre de part et d'autre de l'aérodrome dans l'axe de piste (P06-P24).

Les contraintes engendrées par l'Aéroport sont liées aux dégagements aéronautiques, aux servitudes radioélectriques et aux nuisances, essentiellement celles dues au bruit. Les deux premières sont présentées par les plans de servitudes aéronautiques et radioélectriques. Il existe trois types d'acoustiques ; à savoir : le bruit environnemental qui porte sur notre étude, l'acoustique musicale et les ultrasons comme la vibration non audible par l'oreille humaine, utilisée lors de certains examens d'imagerie ou certains traitements (Brau, 2013).

Un son est un phénomène purement physique perçu par l'oreille, un bruit est un son indésirable ou celui auquel un jugement négatif est accordé. Parmi les sons que les gens perçoivent au cours de la journée, certains peuvent se révéler utiles (la parole et la sonnerie du téléphone), d'autres agréables (le chant d'un oiseau) mais bien souvent, ils gênent (le passage d'un avion) ou agressent les individus (une sirène d'alarme) et sont interprétés comme manifestation de bruit (Christophe, 2024).

Selon Potel et Bruneau (2016), un bruit a pour origine un événement qui se produit durant une durée bien définie et à un lieu bien précis. L'air dans lequel les sons se propagent est un milieu élastique. Grâce à cette élasticité, une molécule d'air qui vibre peut transmettre son énergie à toutes ses voisines et dans toutes les directions. Dans l'espace, la propagation du bruit peut être représentée par une onde. Trois paramètres différencient un son d'un autre : l'amplitude, la fréquence et la durée.

Deux données fondamentales caractérisent le son : l'amplitude (ou pression) et la fréquence (ou hauteur). En acoustique, l'intensité sonore se mesure en décibels. C'est une grandeur sans dimension, logarithme du rapport entre une grandeur caractéristique du son étudié et celle d'un son de référence. L'échelle logarithmique place les valeurs sur l'axe en progression exponentielle (Chagué, 2001).

D'après Baudeau (1998), la plage des sons audibles pour l'oreille humaine s'étend de 20 hertz à 20.000 hertz. En pratique, les analyses de niveaux sonores s'effectuent par tranches de fréquences et en fonction du temps. Avant affichage, le bruit subit une double pondération : pondération A, B ou C pour écrêter les fréquences graves moins nocives pour l'audition et associée à un filtre sur le gain et une pondération temporelle slow ou fast. Le filtre A équivaut à des sensations perçues dans les niveaux sonores faibles de 25 à 55, le filtre B équivaut à des

sensations perçues dans les niveaux sonores moyens de 55 à 85 et le filtre C équivaut à des sensations perçues dans les niveaux sonores élevés de 85 à 100.

L'objectif de cette étude est de mettre en évidence les principaux problèmes environnementaux liés à l'acoustique aéronautique chez les riverains de l'Aéroport international de Kinshasa/N'djili « cas des quartiers SIFORCO et BIBWA », analyser leurs effets et proposer des pistes de solutions.

L'intérêt de cette étude réside sur l'établissement d'un plan de mise en conformité environnementale et sociale qui va détecter et consigner les points non conformes aux cadres normatifs. Le volet social se focalise sur les informations utiles que l'étude a apportées à la population riveraine sur les effets néfastes du bruit dont beaucoup ne se rendent pas compte dans l'avenir.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Site d'étude

Cette recherche a été menée d'octobre 2023 à décembre 2024 à l'Aéroport international de N'Djili (Figure 1), situé dans la commune de Masina, ville Province de Kinshasa en République Démocratique du Congo.



Figure 1 : Image de l'Aéroport international de Kinshasa

Les coordonnées géographiques de ce milieu sont de 15°21'15" de latitude Sud et de 4°22'05" de longitude Est avec une altitude d'environ 500 m. Le site jouit d'un climat tropical humide (soudano-guinéen) du type AW₄ selon la classification de Köppen. Les précipitations annuelles moyennes sont de 1500 mm et la température moyenne oscille entre 24 et 25 °C. Le milieu est caractérisé par l'alternance de deux saisons dont, une pluvieuse qui dure huit mois et une sèche de quatre mois intervenant le plus souvent entre la seconde moitié

du mois de mai à mi-septembre. Les précipitations les plus abondantes s'observent en novembre, décembre et mars. Les mois de juillet et d'août sont les plus secs. Les sols du site expérimental appartiennent au type de sols de la ville de Kinshasa, classés selon l'ordre des *kaolisols*, sous-ordre des *hydro-xerokaolisols* et grand groupe des *arenoferrals*. Ces sols sont essentiellement à texture sableuse assortie de quelques éléments grossiers avec une teneur en argile généralement inférieure à 20 % (Ministère du Plan, 2005).

2.2. Méthodes

Approche globale

Deux méthodes ont été abordées dans cette étude, à savoir la documentation et l'analyse. Elles sont associées aux techniques d'observation directe et l'interview non structurée. Il s'agit d'une étude expérimentale réalisée dans différents endroits des quartiers retenus comme site d'étude (Quartiers SIFORCO et BIBWA) compte tenu de leurs positions sur le prolongement de l'axe des pistes (P06, P24).

Approche relative à la modélisation de la pollution sonore

L'approche relative au questionnaire a défini que le bruit est mesuré ou estimé le matin, le jour ou la nuit car la nuit, le bruit est moins supportable (Bijou, 2003). Cette théorie est mise en pratique dans un environnement matériel expérimental et nécessite une méthodologie spécifique. A cet effet, une série de tableaux (Tableaux 1, 2 et 3) indique les valeurs limites de cette approche. Le bruit est toujours mesuré ou estimé le matin, le jour ou la nuit (car la nuit le bruit est moins supportable). L'application de cette théorie doit s'appliquer sur un milieu matériel expérimental et demande une certaine méthodologie.

Tableau 1. Niveau sonore et durée maximale d'exposition

Application	Décibel	Exemple de bruits	Effets sur l'homme				
			Trouble du Sommeil-Réveil	Dérangements	Difficultés de communication	Facilité réduite/forte irritabilité	Surdité
Seuil de douleur	170 et	Fusée au décollage					
	160	Fusil d'assaut(valeur de pointe)					
	150	Décollage avion supersonique					
	140	Décollage d'avion à réaction					
	130	Réacteur d'avion à quelques mètres					
120	Décollages d'avion à hélices Train passant dans une						
Difficilement supportable	110	Discothèque, concert sonorisé; marteau					
	100	Tronçonneuse, Moto de course à 2m TGV Duplex					
Pénible à entendre	90	Route trafic intense, poids lourd					
	85	Radio très puissante					
	80	Fraiseuse, Klaxons d'automobile					
Bruyant mais supportable	70	Restaurant bruyant					
	65	Appartement bruyant					
Bruits courants	60	Grand magasin					
	50	Restaurant tranquille, bureau					
Assez calme	45	Transatlantique					
	40	Pièce de jour					
Calme	35	Bateau à voile					
	30	Appartement calme dans le quartier tranquille salle de					
Très calme	20	Chambre à coucher					
	15	Jardin tranquille Feuilles agitées par vent doux					
	10	Studio radiophonique					
Silence inhabituel	7	Désert					
	5	Laboratoire d'acoustique					
Seuil d'audibilité	0						

Source : Didier (2011)

Dans le tableau 1, relatif au niveau sonore et à la durée maximale d'exposition, il est observé que le temps joue un rôle essentiel dans la gêne causée par le bruit. Selon Didier (2011), plus la durée d'exposition à un bruit est prolongée, plus le risque de lésion auditive augmente. Ce tableau présente les niveaux sonores et les périodes d'exposition à la musique par les individus. Au-delà de ces périodes d'exposition, l'individu est exposé aux diverses blessures causées par le bruit.

Tableau 2. Échelle de niveau sonore et ses effets

Niveau sonore	Durée maximum d'exposition/jour
85 dB	8 heures
88 dB	4 heures
91 dB	2 heures
94 dB	1 heure
97 dB	30 minutes
100 dB	15 minutes
103 dB	7 minutes et 30 s
106 dB	3 minutes et 45 s
109 dB	1 minutes et 52 s
112 dB	56 minutes
115 dB	28 Secondes
118 dB	14 Secondes
121 dB	7 Secondes

Source : Baudeau (1998)

Le tableau 2 présente les niveaux sonores et les périodes d'exposition à la musique par les individus. Au-delà de ces périodes d'exposition, l'individu est exposé aux diverses blessures causées par les bruits. Un bruit se distingue d'abord par son intensité sonore ((Brau, 2013). Le bruit devient gênant pour l'homme à partir de 75 dB(A) et dangereux à partir de 85 dB (Lewy, 2020). Toutefois, la souffrance auditive ne se manifeste qu'à environ 120 dB(A) et les individus sont parfois exposés sans le savoir à des blessures qui peuvent être irréversibles (Lewy, 2020).

Valeurs de références existantes

Pour contribuer à la régulation et à la prévention du bruit dans l'environnement, diverses valeurs de référence ont été établies, il est important de faire une distinction entre les valeurs définies dans un objectif de qualité (valeurs guides) et les valeurs limites (régulées ou appliquées administrativement) (OACI, 2017). L'objectif de qualité est alors défini comme un niveau à atteindre à long terme et à maintenir, sauf si cela n'est pas possible par des mesures proportionnées, pour prévenir les conséquences néfastes du bruit sur la santé des populations.

Ces valeurs ne sont pas des seuils inférieurs auxquels ils n'auraient aucun impact sur la santé. Actuellement, aucune recherche n'a pu évaluer les conséquences sur la santé pour des niveaux de bruit inférieurs à ces valeurs. Le tableau 3 présente les valeurs recommandées par l'OMS en 2018 où les sources de bruit sont représentées par les deux

indicateurs recommandés dans la directive 2002/49/CE, à savoir le L_{dem} et le L_n (OACI, 2017).

Tableau 3. Valeurs recommandées par l'OMS

Type de bruit	Journée entière	
	L _{dem}	L _{Aeq}
Bruit du trafic routier	53 dB (A)	49,7 dB (A)
Bruit du trafic ferroviaire	54 dB (A)	47,9 dB (A)
Bruit du trafic aérien	45 dB (A)	41,5 dB (A)

OACI (2017).

D'après la proposition de conversion de l'OACI, 2018), L_{dem} est un niveau de bruit moyen pondéré pendant la journée, avec un poids plus élevé pour le bruit en soirée (+5 dBA) et pendant la nuit (+10 dBA). L_{Aeq} est le niveau de bruit moyen pendant la journée, tandis que L_n est le niveau de bruit moyen pendant la nuit. L'utilisation des tableaux 1 et 2 facilite ce travail, car les mesures réalisées sur le terrain ont été évaluées en utilisant les intensités maximales et minimales, équivalentes à (85, 75) exprimées en décibels (A). En se basant sur les dernières recommandations de l'OMS, les valeurs recommandées sont de 45 à 55 décibels (A).

Analyse statistique des données

Les données obtenues sur le terrain ont été analysées à partir des logiciels SPSS, EXCEL et arc GIS. L'ANOVA, à travers le test de LEVENE a été également utilisée.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Modélisation spatiale

Le tableau 4 présente les statistiques descriptives sur les prélèvements des bruits dans les trois zones : la piste d'atterrissage (PA), le site de décollage(SD) et le site d'atterrissage(SA). Dans chaque zone, les prélèvements ont été faits dans trois temps : le matin, à midi et le soir. Le prélèvement en décibel des bruits dans la piste d'atterrissage le matin, donne une moyenne de 91,41 dB avec un écart type de 12,15 dB et un intervalle de confiance de la moyenne de 78,48 à 104,16. Tandis qu'à midi, toujours dans la même zone, une moyenne de

93,27 dB est trouvé avec un écart type de 1,51 dB et un intervalle de confiance de la moyenne de 91,68 à 94,87. Le soir, il est constaté une moyenne en décibel des bruits de 100,01 dB avec un écart type de 5,57 dB tandis que l'intervalle de confiance de la moyenne en décibel et au seuil de probabilité de 5 % comme pour les autres temps de cette zone est de 94,16 - 105,86.

Tableau 4. Résultats relatifs à la modélisation spatiale

	N	Mean		Std. Deviation		Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	Between-Component Variance	
							Lower Bound	Upper Bound				
PA	Matin	6	1,4167		12,1505		4,9604	78,6654	104,1679	73,6600	105,9400	
	Midi	6	93,2767		1,5196		,6203	91,6819	94,8714	91,7700	95,8000	
	Soir	6	100,0167		5,5751		2,2760	94,1659	105,8674	91,7300	106,9700	
	Total	18	94,9033		8,2277		1,9393	90,8118	98,9949	73,6600	106,9700	
	Model				Fixed Effects		7,7680	1,83095	91,0008	98,8059		
				Random Effects			2,61244	83,6629	106,1438	10,4174		
SD	Matin	6	76,2483	6,0849	2,4841			69,862542	82,6341	68,8200	84,4400	
	Midi	6	92,2733	4,6340	1,8918			87,410173	97,1364	86,7200	96,7500	
	Soir	6	92,2866	4,6174	1,8850			87,440929	97,1324	86,7200	96,7500	
	Total	18	86,9361	9,1624	2,1596			82,379712	91,4925	68,8200	96,7500	
	Model		Fixed Effects	5,1582	1,2158	84,344672	89,5275					
		Random Effects		5,3438	63,943207	109,9290					81,2369	
SA	Matin	6	3,5817		5,4904	2,2414	77,8198	89,3435	72,7300	87,7200		
	Midi	6	85,2117		1,6899	,6899	83,4382	86,9852	82,5600	87,7300		
	Soir	6	86,1517		2,3035	,9404	83,7343	88,5690	82,8200	88,7200		
	Total	18	84,9817		3,5299	,8320	83,2263	86,7371	72,7300	88,7200		
	Model		Fixed Effects		,57336	84225	83,1865	86,7769				
		Random Effects		,84225 ^a	81,3578 ^a	88,6056 ^a					-4,3725	

Source : Auteurs (2023-2024)

Le tableau 4 montre des différences des trois temps de prélèvement dans cette zone où il est constaté plus des bruits le soir dans le site de décollage que le matin. Quel que soit le temps, les bruits dans le site de décollage varient en décibel entre 83,22 et 86,73. En se référant au tableau 4, il a été observé que les trois temps (matin, midi et soir) de prélèvement diffèrent légèrement dans chaque zone, où les bruits sont plus intenses le soir dans la piste d'atterrissage que le matin ou à midi. Les bruits dans la piste d'atterrissage ont oscillé entre 90,8 et 98,9 décibels (A) selon les périodes. Les résultats obtenus ont montré à juste titre que le bruit produit par les avions au décollage et à l'atterrissage est très nuisible. En effet, les normes fixées par l'OMS établissent des limites supérieures au seuil de pollution sonore de 45 à 55 décibels (A).

Au niveau du site décollage(SD), le prélèvement en décibel le matin, donne une moyenne 76,24 dB avec un écart type de 6,08 dB et un intervalle de confiance de la moyenne de 69,86 -82,63. Tandis qu'à midi, toujours dans la même zone, on trouve une moyenne de 92,27 dB avec un écart type de 4,63 db et un intervalle de confiance de la moyenne de 87,41 - 97,13. Le soir, toujours dans la même

zone, on constate une moyenne en décibel des bruits de 92,28 db avec un écart type de 4,61dB. Tandis que l'intervalle de confiance de la moyenne en décibel et au seuil de 5 % comme pour les autres temps de cette zone est de 87,44 à 97,13.

Il a été également constaté que des différences des trois temps de prélèvement dans cette zone, il y a plus des bruits le soir dans le site de décollage que le matin. Quel que soit le temps, les bruits dans le site de décollage varient en dB entre 82,37 et 91,49. Au niveau du site d'atterrissage (SA), le prélèvement des bruits en décibel le matin, donne une moyenne de 83,58 dB avec un écart type de 5,49 dB et un intervalle de confiance de la moyenne de 77,81 - 89,34. Tandis qu'à midi, toujours dans la même zone, on trouve une moyenne de 85,21 dB avec un écart type de 1,69 dB et un intervalle de confiance de la moyenne de 83,43 à 86,98. Le soir, toujours dans la même zone, on constate une moyenne en décibel des bruits de 86,15 dB avec un écart type de 2,30 dB. Tandis que l'intervalle de confiance de la moyenne en décibel et au seuil de 5% comme pour les autres temps de cette zone est de 83,73 à 88,56.

3.2. Nombre de décibels des bruits selon les moments

En ce qui concerne la détermination du nombre de décibels, trois moments distincts sont observés : à la piste d'atterrissage (PA), au site de décollage (SD) et au site d'atterrissage (SA).

Nombre de décibel au niveau de la piste d'atterrissage (PA)

Les résultats obtenus montrent que le nombre de décibel varie selon le moment soit une moyenne de $86 \pm 10,44$ dB pour une valeur minimale et $103 \pm 6,7$ dB comme valeur maximale. La tendance pour la piste d'atterrissage varie de 95,8 à 106,97 dB pour la valeur maximale et 73,66 à 91,23 dB indiquent la valeur

minimale. Le test d'ANOVA appliqué donne une différence significative entre le moment de la piste d'atterrissage. Avec ANOVA $F = 6$, $df = 3,24$ au p -value de 0,08498 (Figure 2).

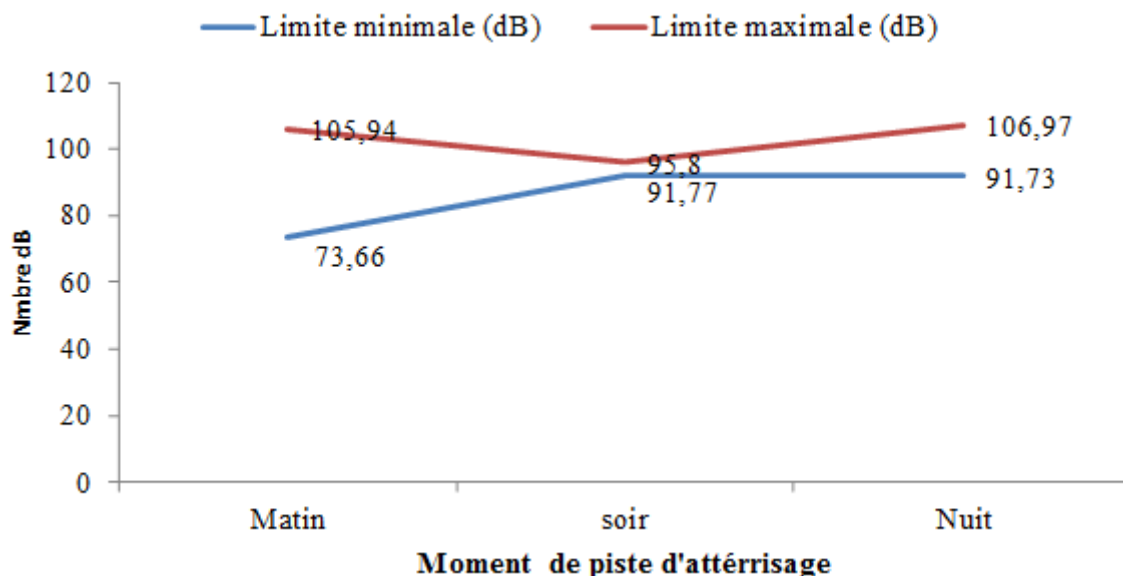


Figure 2 : Nombre de décibel selon le moment de la piste d'atterrissage

Le test de Chi-Carré de Pearson appliqué à la piste d'atterrissage indique une différence significative entre le temps voulu de l'atterrissage, avec $r = 0,86$ au p -value 0,6699 (Figure 2).

Le cadre normatif est abordé pour permettre de renforcer ce qui se fait, ce qui reste à faire ou ce qu'il faut améliorer. Dans le même ordre d'idée, le document de l'agence de protection de l'environnement insiste sur le traitement équitable et sur la justice environnementale (Jean Claude,, 2015) d'une part et les deux aspects sur la médecine du travail, dite aéronautique dans le secteur du transport aérien ainsi que la vision de l'Union Africaine et d'autres structures régionales sur la protection de l'environnement en matière de la pollution sonore (Cherif, 2023).

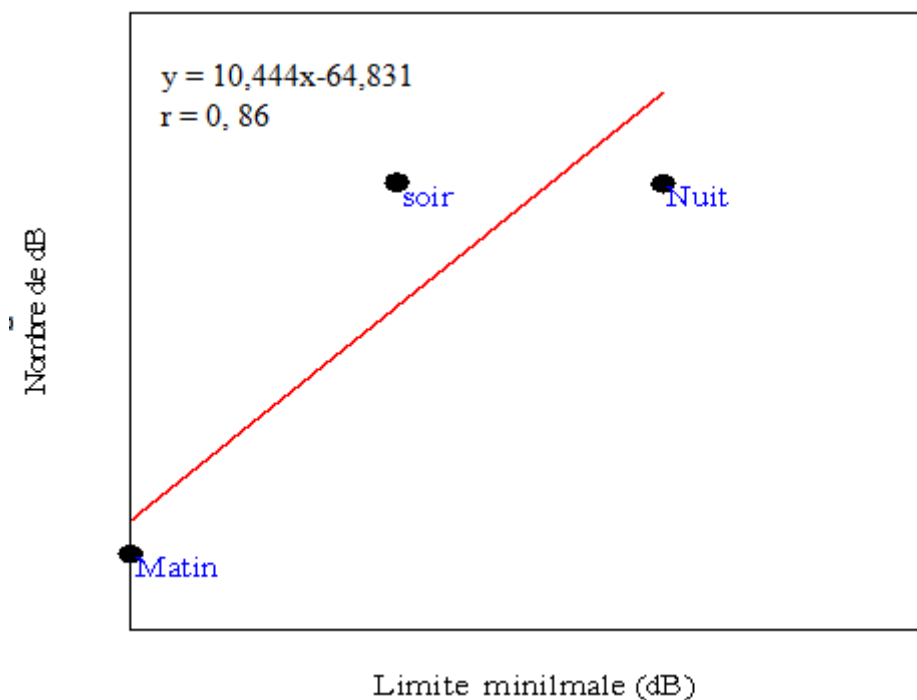


Figure 3 : Allométrie simple entre la détermination de nombre de décibel selon le moment d'atterrissage

Détermination de nombre de décibel au moment de site de décollage (SA)

La détermination de nombre de décibel a été faite pendant le décollage de l'avion selon les trois moments des observations : matin, soir et nuit. Après les observations, le nombre de décibel varie en fonction du temps.

Les résultats obtenus montrent que le nombre minimale de décibel varie de 68,82 à 86,72 dB soit une moyenne de $81 \pm 10,33$ dB. Tandis que le nombre de décibel maximale s'élève à 84,44 à 96,75 dB soit une moyenne de $93 \pm 7,11$ dB. Le test de la variance appliqué donne une différence significative entre le nombre des décibel en fonction du temps. Avec $F = 2,697$; $df = 3,546$ à la p-value 0,1849 (Figure 4).

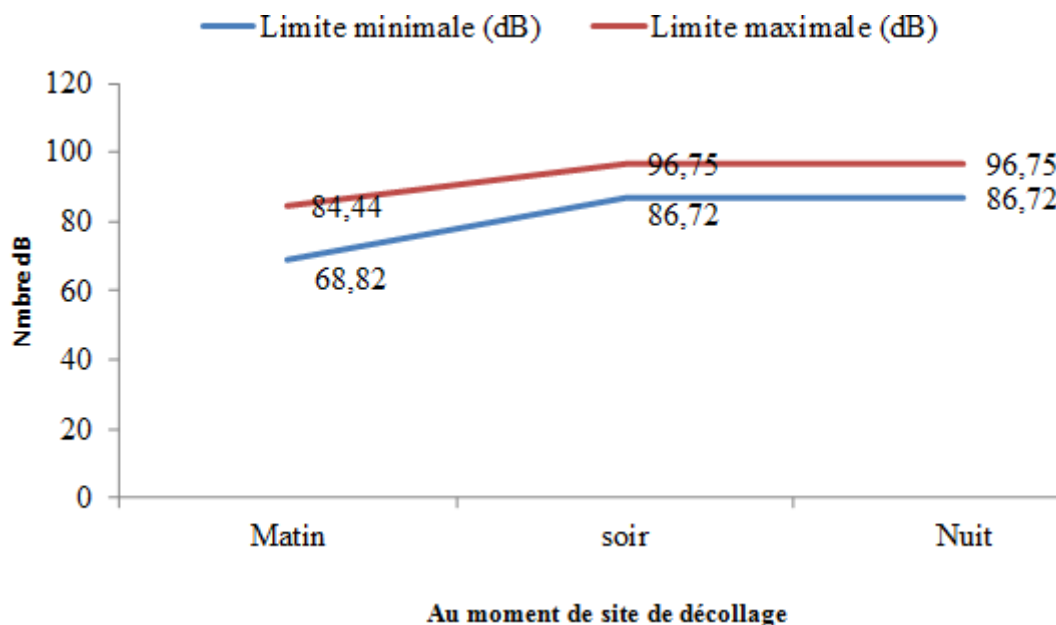


Figure 4 : Nombre de décibel au moment de site de décollage

La pollution sonore aéronautique est un problème environnemental mondial ayant des impacts significatifs sur la santé, notamment dans les zones urbaines et industrielles (Berglund, Lindvall & Schwela, 1999). Les études, telles que celles de Stansfeld et Matheson (2023) ont montré que les effets non auditifs du bruit, comme le stress et la fatigue, impactent le bien-être des personnes vivant dans des environnements bruyants. Le test de Pearson appliqué entre les différentes variables étudiées met en évidence une différence significative entre le nombre de décibel obtenu en fonction du temps, avec $r = 0,3278$ (Figure 5).

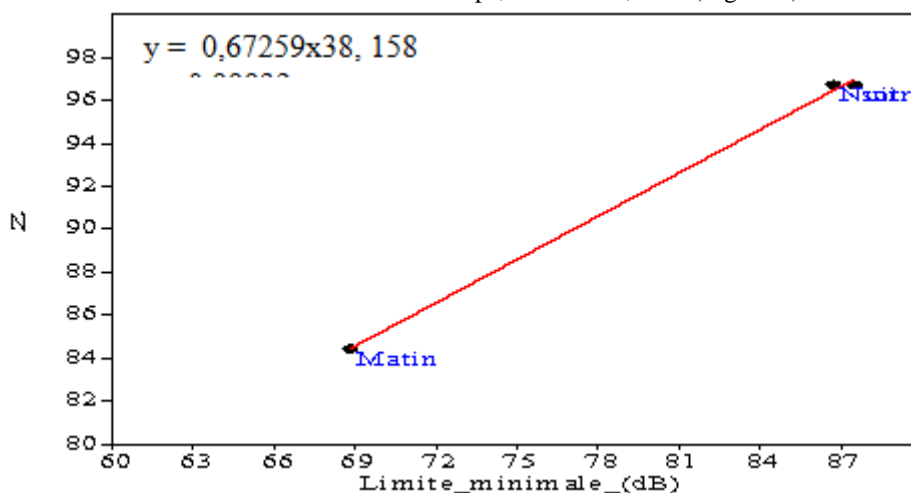


Figure 5 : Allométrie simple entre la détermination de nombre de décibel selon le moment de site de décollage

Les recherches menées dans les régions développées ont permis de proposer les stratégies d'atténuation Stansfeld et Matheson (2023), ont suggéré des ajustements des normes de bruits dans les zones résidentielles.

Nombre de décibels au moment du site de l'atterrissage (SA)

Le nombre de décibels pendant l'atterrissage de l'avion varie selon le temps. Les résultats obtenus montrent que le chiffre minimal couvre l'intervalle de 72,73 à 82, 82 soit une moyenne de $79 \pm 5,75$ décibels et la valeur maximale oscille entre 77,2 à 87, 2 soit une moyenne de $81 \pm 5,74$ décibels. Le test de l'analyse de la variance met en évidence une différence significative entre le nombre de décibels selon le moment de l'atterrissage, avec ANOVA ($F = 0,06501$, $df = 4$ à la p-value 0,8113 (Figure 6).

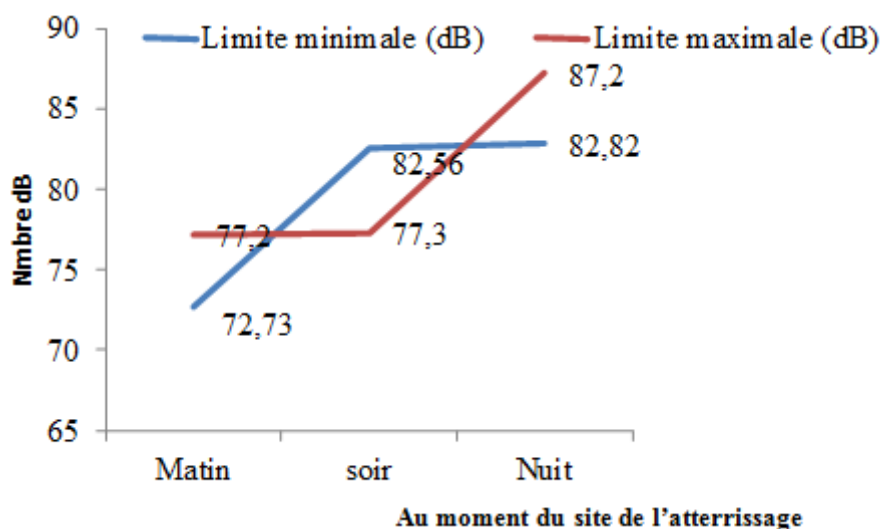


Figure 6. Nombre de décibel selon le moment du site de l'atterrissage

Dans de nombreuses parties de l'Afrique, notamment les zones rurales, les bruits restent souvent non réglementés et sont principalement liés à des activités locales (Gillespie, 2010) et les Aéroports, généralement situés dans des zones peu peuplées ou calmes, posent des défis uniques (Adams & Andoh, 2016). Ce manque de réglementation expose la population locale à des niveaux de bruit de plus en plus élevés, souvent exacerbés par l'expansion des infrastructures aéroportuaires, comme l'ont souligné Bourguerra et Chouiref (2014). Ce phénomène est particulièrement marqué dans certaines villes africaines où l'expansion rapide des zones urbaines rapproche souvent les habitations des Aéroports, comme c'est le cas à Kinshasa, où l'explosion démographique a conduit à l'urbanisation des zones avoisinant l'Aéroport international de N'djili.

Eu égard à ce qui précède, cette recherche a montré que les bruits observés autour de l'Aéroport international de Kinshasa/N'djili « cas des quartiers SIFORCO et BIBWA », ont des effets néfastes sur la population riveraine. Plusieurs auteurs ont trouvé des résultats similaires sur les conséquences des nuisances sonores aéronautiques (Migeot *et al.*, 2019 ; Migeot, 2021 ; Moeson, 2021 ; Acnusa, 2024 ; Bijou, 2024).

Dans le même ordre d'idée, le document de l'Agence de protection de l'environnement de la France insiste sur le traitement équitable et sur la justice environnementale (Jean-Claude, 2015) d'une part et d'autre part sur les deux aspects de la médecine du travail, dite aéronautique dans le secteur du transport aérien ainsi que la vision de l'Union Africaine et d'autres structures régionales sur la protection de l'environnement en matière de la pollution sonore (Cherrif, 2023).

Ainsi, les valeurs limites recommandées par l'OMS en 2018 fixent le seuil de bruits des transports aériens dans la plage (45-55 DBA). Cependant, la

moyenne trouvée dans les interprétations de trois zones, à savoir, la piste d'atterrissage, (PA), le site de décollage (SD) et le site d'atterrissage (SA), présentent les couples (99,91), (92,82) et (87,83). Il se dessine que toutes ces valeurs trouvées sont de loin supérieures à celles du seuil fixé par l'OMS. Ce qui revient à parler de la pollution sonore telle qu'elle est confirmée dans cette étude. A cet effet, la zone 1 est désagrement très forte, la zone 2 est désagrement forte et la zone 3 est désagrement modérée.

4. CONCLUSION

L'étude visait la mise en évidence des principaux problèmes environnementaux liés à l'acoustique aéronautique chez les riverains de l'aéroport international de Kinshasa/N'djili « cas des quartiers SIFORCO et BIBWA ». Les résultats obtenus ont montré que les bruits sont plus intenses le soir dans la piste d'atterrissage que le matin ou à midi. Les bruits dans la piste d'atterrissage ont oscillé entre 90,8 et 98,9 décibels (A) selon les périodes. En effet, le bruit produit par les avions au décollage et à l'atterrissage est très nuisible. Toutes les valeurs trouvées sont de loin supérieures à celles du seuil fixé par l'OMS. Ce qui revient à parler de la pollution sonore telle qu'elle est confirmée dans cette étude.

Le progrès social, l'évolution de la production et les avancées remarquables de la science et de la technologie ont des effets néfastes sur l'environnement. Une réglementation des sources de détérioration de l'environnement pour instaurer une méthode intégrée de protection est devenue une nécessité impérieuse tant sur le plan national que celui international. Les riverains situés à côté de l'Aéroport de N'djili peuvent bénéficier de l'aide à l'insonorisation de leurs logements.

Références

- ACNUSA, 2024. Habiter sous le bruit des avions, publié le 18 décembre 2024. *Revue française de l'aviation civile*, Volume III, p.28, Paris.
- Adams R. & Andoh C., 2016. Urbanization and Noise pollution in Africa : the case of airports in rural setting. *African journal of environmental science*, 18(4), 233-245.
- Baudeau J.C., 1998. *Les sons et les bruits de la ville au-delà des nuisances sonores. Mémoire DEA, Ecole d'architecture de Versailles*, 36 p.
- Berglund B., Lindvall T. & Schwela D. H. (Eds.), 1999. *Guidelines for Community noise*. World Health organization, 22 p.
- Bijou P., 2024. *Traitement urbanistique des nuisances sonores aéronautique*, pp.173-196
- Bouguerra A. & Chouiref A., 2014. Environmental noise in Africa : Regulation and Management of airport noise. *International journal of environmental reserch and public healh*, 11(5), 5012-5025
- Brau A., 2013. *Introduction à l'acoustique età ses applications*, EAN13/9782311012392 ISBN13: 978-2-311-01239, 224 p.
- Brown K., Green L. & Taylor S., 2015. A review of noise monitoring tools in urban planning. *Environnemental Acoustics*, 29(2), 78-85.
- Chagué M., 2001. *Acoustique de l'habitat. Principes fondamentaux*. Edition du moniteur, EAN13 9782281112085, 242 p.
- Cherrif A., 2023. *Fondamentaux de la médecine aéronautique*. Collection : Jacques Pradel, nouvelle édition, Maroc et diffusée en France par édition, JPO, 24 p.
- Christophe A., 2024. *Notes de cours de physique acoustique*. Première année à l'Université de Lyon I en France 2024 – 2025.
- Commission européenne, 2002. Directive 2002/49/CE relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement, Paris, 62 p.
- Floru R., 1994. *Effets non traumatiques du bruit sur la santé, la sécurité et l'efficacité de l'homme au travail, hygiène et sécurité du travail*, 152 p.
- Gillespie P., 2010. Noising pollution in rural areas of Africa : A growing concern. *Journal of environment*, 15(3), 112-120.
- Jean-Claude Z., 2015. *Grands principes du droit de l'environnement*. Edition Gualino, Paris, Université Toulouse 1, France, 48 p.
- Laurent D., 1989. *Perception de la hauteur tonale*. Paris, les éditions INSERM, p.31
- Migeot J- L Kraemer B. & Coyette J-P, 2019. *Nuisances sonores aéroportières*. silence envol, Paris- France, 248 p.
- Migeot J-L., 2021d. *Acoustique envol externe*. Ed. CEPADUES, 16 p.
- Moeson D., 2021. *Les nuisances sonores du transport aérien en France : Mesures d'accompagnement et nouveaux défis*. Mémoire de master 2 à l'université d'Aix Marseille, Pôle transport, 22 p.
- Ministère du Plan, 2005. *Monographie de la Ville de Kinshasa*. Kinshasa. RD Congo, 172 p.
- Newman G. & Bela J., 1963. Lower limits of auditory periodicity analysis. *Journal of the acoustical society of America*, 35(4), 447-450
- OACI (Organisation de l'Aviation Civile Internationale), 2017. *Protection de l'environnement, bruit des aéronefs*. Annexe 16, Vol I, 8ème édition, Montréal, pp.42-91
- OACI (Organisation de l'Aviation Civile Internationale), 2018. *Conception et exploitation technique des aérodrômes*. Annexe 14, Aérodrômes, Vol I, 8ème édition, Montréal, pp.28-48.
- Potel C. & Bruneau M., 2016. *Acoustique générale : Equations différentielles et intégrales, solutions en milieux fluides et solides, applications*. Edition : Ellipses, Collection Technosup, 25 p.
- Serge C. L., 2020. *L'aéroacoustique en aéronautique*. Rélu et validé le 14 décembre 2020, Réf. BR2020v1, pp. 30-61
- Stansfeld S. A. & Matheson M.P., 2003. Noise pollution : non-auditory effects. *Health medical Bulletin*, 68(1), 243-257.
- Tangou T., 2016. *Chimie de l'environnement : pollutions et nuisances*. Edition Presses Universitaires de Kinshasa, RDC, 4 p.
- Vallet M. et al., 2002. *La gêne due au bruit des avions autour des aéroports. Tome 2, Indicateurs acoustiques de la gêne : Rapport LTE n° 2009, INRETS, France*, 45 p.